

Il Sistema Informativo Territoriale della Rete Integrata Nazionale GPS (RING)

MAURIZIO PIGNONE (*), RAFFAELE MOSCHILLO (*), ANTONIO AVALLONE (*), GIAMPAOLO CECERE (*), CIRIACO D'AMBROSIO (*), ELISABETTA D'ANASTASIO (*) & LUIGI ZARRILLI (*)

ABSTRACT

Since 2004, an important technological infrastructure has been created in Italy by INGV in order to investigate active tectonics targets. A Continuous GPS network constituted by about 130 stations has been deployed all over Italy. The development and the realization of a stable GPS monumentation, the integration with other classical seismological instruments and the choice of both satellite and internet data transmission make this network one of the most innovative and reliable CGPS networks in the world. The development of the CGPS network has been accompanied by a technologically advanced development of all the aspects related to the data acquisition and the data information mining: a database and a SIT.

Based on the recent techniques of Knowledge Management, the database has been developed to manage the data and the data information of all the sites of the RING network, thus allowing us to centralize information in a single common data bank and to create a unique service of access point to the data from different remote sites by internet connections.

The SIT has been developed to be fully integrated with the Knowledge Management technology and it is aimed to synthesize and to display in a geographic interface the information of the RING sites. This work has been integrated with all other spatial data, such as topographic and geo-thematic maps, geological, seismological and seismo-tectonic databases.

In this work, the technological aspects of the SIT of the RING network will be detailed and some examples of thematic maps will be shown.

Keywords: *Sistemi Informativi Territoriali, GIS, GPS, RING.*

COS'E' LA RING?

L'area mediterranea è caratterizzata da un complesso sistema geodinamico legato alla convergenza tra la placca Africana e quella Eurasiatica. Tale complessità viene evidenziata da numerosi problemi scientifici di primo ordine (attuale attività dell'Arco Calabro, limite meridionale della microplacca adriatica, accumulo di deformazione sulle faglie, modi in cui la deformazione sismica viene rilasciata, etc.) che sono ancora oggetto di dibattito e per i quali le troppo rare stazioni GPS permanenti presenti in Italia non permettevano ancora uno studio esauriente.

Per rispondere a tali targets scientifici, da qualche anno l'INGV ha messo le basi per la costituzione di una rete permanente GPS a scala nazionale, la cosiddetta **Rete Integrata Nazionale GPS (RING)**. La RING racchiude in se una serie di esperienze maturate in una decade di attività geodetiche delle diverse sedi dell'INGV che, a partire dal 2004, hanno come obiettivo la costruzione di una rete di

stazioni GPS permanenti (Selvaggi et al., 2006).

La monumentazione dei capisaldi GPS è stata l'oggetto di un'accurata progettazione e di un attento sviluppo al fine di ottenere le migliori misure GPS possibili in condizioni logistiche e/o geologiche diverse. Attualmente la RING è costituita da circa 130 stazioni GPS permanenti distribuite su tutto il territorio nazionale (Fig. 1).



Fig. 1: Mappa dell'attuale distribuzione dei siti della rete RING. In mappa sono mostrati anche i siti delle altre reti con i quali esiste una convenzione di scambio dati (Friuli, Puglia e Leica Geosystems). Sono visibili per completezza anche i siti della rete ASI (<http://geodaf.mt.asi.it>).

La maggior parte delle nuove installazioni sono state realizzate nell'Italia Meridionale, compresa la Sicilia, dove la distanza media tra ogni singola stazione è di 20-25 km, ma con densificazioni in aree di particolare interesse scientifico (Stretto di Messina, Alto-Tiberina, Val D'Agri, etc.). Il programma di installazioni non è ancora terminato, per cui il numero di stazioni è destinato ad aumentare. Sulla maggior

(*) ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

parte dei siti della RING sono installati, oltre ai ricevitori GPS (Leica GRX1200PRO con antenna choke-ring AT504), anche sismometri a larga e larghissima banda (40sec.÷240 sec) e accelerometri. Tali strumenti trasmettono dati in tempo reale via SPC (Sistema Pubblico di Connettività) e in tempo quasi reale mediante sistema satellitare VSAT Libra-Gui della Nanometrics (circa il 60-70% del totale delle stazioni), che garantisce un'ottima continuità di acquisizione. Tutti i dati vengono acquisiti, quindi, dai centri di raccolta INGV localizzati a Roma, Grottaminarda e Catania. Altri sistemi di trasmissione utilizzati sono dal collegamento GSM/GPRS/UMTS o telefonia fissa.

L'attivazione, inoltre, di convenzioni con altre regioni, province o enti (regione Friuli, regione Puglia, Leica Geosystems) ha permesso di incrementare il numero di dati GPS gestiti.

LA BANCA DATI

Al fine di accrescere e stimolare la collaborazione tra i differenti gruppi di lavoro dell'INGV, è stato sviluppato un ambiente collaborativo che si avvale delle recenti tecniche di "Knowledge Management". Tale approccio ha condotto alla creazione di una infrastruttura tecnologica (Cecere, 2007) finalizzata alla completa gestione e condivisione dei dati e del relativo contenuto informativo, il cui schema implementativo (Fig. 2) è suddiviso in tre layer principali concernenti fondamentalmente: **i dati, il software di gestione ed i servizi web**.

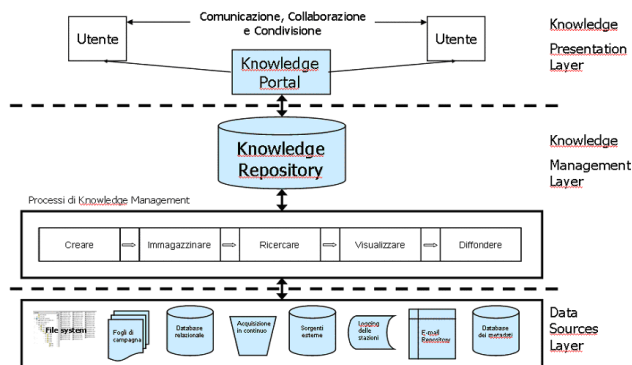


Fig. 2: L'infrastruttura di Knowledge Management

Tali servizi permettono di accedere, da qualsiasi postazione internet, alle normali funzioni di amministrazione e gestione delle stazioni GPS quali: la generazione di file Log delle stazioni GPS, la loro consultazione, la creazione di monografie, la creazione dei grafici sulle serie temporali o anche la verifica della completezza delle osservazioni alle stazioni; tutte funzioni che avvengono dinamicamente dal database. È, inoltre, possibile effettuare l'upload e il download di file rinex mediante protocollo http e monitorare lo stato delle stazioni attraverso la creazione della storia dei malfunzionamenti o dei problemi delle stazioni.

Questi servizi sono stati progettati con l'intento di favorire sia lo scambio di dati, informazioni e conoscenze (know-how) all'interno della struttura che di creare un database

centralizzato (*Bancadati*) per l'implementazione del Sistema Informativo Territoriale della RING.

IL SIT DELLA RING

Il **Sistema Informativo Territoriale** della RING è stato sviluppato in modo da integrarsi il più possibile alla infrastruttura tecnologica di "Knowledge Management" finalizzata alla gestione e condivisione dei dati della RING.

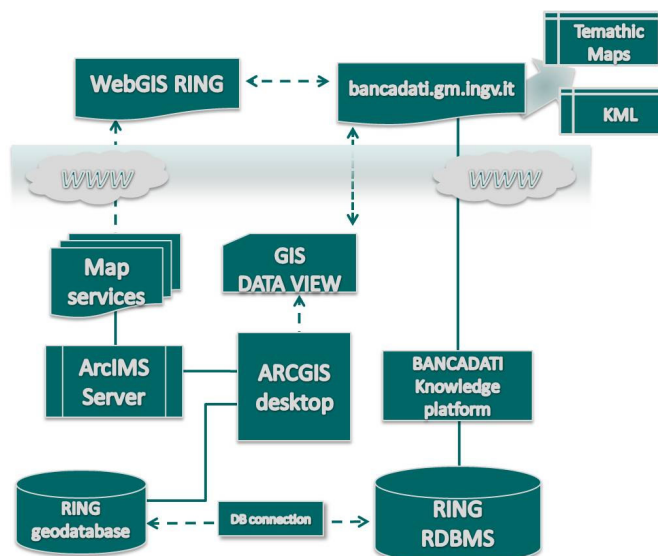


Fig. 3 – Architettura del SIT RING

In particolare, lo scopo del SIT è stato quello di cercare di sintetizzare e visualizzare in un'interfaccia di tipo geografico le informazioni relative alle stazioni e ai siti della rete GPS integrandole con dati territoriali come la cartografia topografica e la cartografia geotematica, ma anche con database geologici, sismologici e sismo-tettonici.

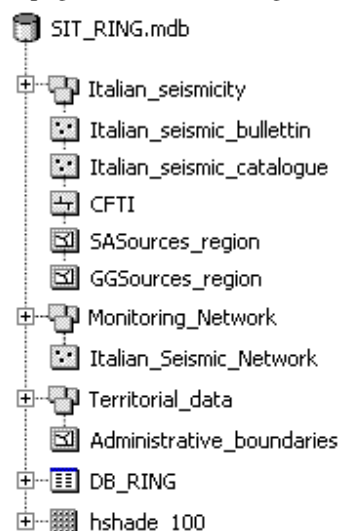


Fig. 4 – Struttura e contenuto informativo del Geodatabase della RING

Sovrapponendo geograficamente queste diverse informazioni si sono potuti creare opportuni scenari per la produzione di cartografia tematica per la Rete ed anche opportune interfacce di consultazione dei dati sul WEB.

Il SIT è stato realizzato in ambiente ESRI ARCGIS rel.9.x sfruttando il Geodatabase, un modello dati completo per i dati GIS che permette di accedere e lavorare con tutti i file e formati geografici. Fisicamente il geodatabase è dato da una collezione di dati archiviati in un file system o in un DBMS.

L'architettura utilizzata per il SIT della RING è tipo

Personal Geodatabase sfruttando la struttura dati dei database Microsoft Access.

I tematismi del SIT sono organizzati nel Geodatabase all'interno di Feature Class, Feature Dataset e Raster Dataset che contengono dati territoriali per il territorio nazionale suddivisi in diverse categorie:

- *Territorial Data*, limiti amministrativi, località, modelli digitali del terreno
- *Italian seismicity*, dati di sismicità storica (CFTI) e cataloghi di sismicità strumentale (CSI e Bollettino Sismico); dati di pericolosità sismica (Database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane)
- *Monitoring Network*, l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio della Rete Sismica Nazionale e della Rete RING.

I dati delle stazioni GPS della Rete RING presenti nel Geodatabase provengono direttamente dal RDBMS della RING residente su ORACLE XE rel.10g grazie ad una connessione di tipo OLE DB gestita in ambiente ESRI ArcCatalog: questo permette un aggiornamento in tempo reale di qualsiasi variazione sui dati relativi ai siti e alle stazioni della RING. Attraverso la piattaforma ArcGIS Desktop questi dati vengono così integrati all'interno di viste geografiche (GIS DATA VIEW) con gli altri database territoriali.

I dati così organizzati nelle Data View costituiscono la base di partenza per una serie di prodotti del Sistema Informativo Territoriale della RING come ad esempio la creazione di specifiche **MAPPE TEMATICHE** o la produzione di file **KML** (Keyhole Markup Language) per Google Earth.

La pubblicazione dei dati sul Web avviene grazie ad ArcIMS, la soluzione di ESRI ARCGIS che permette dalle viste geografiche di realizzare servizi di mappa (map services) direttamente da ArcMap (attraverso l'estensione ArcMapServer) per distribuire i dati sia all'interno (intranet) che all'esterno (internet).

In questo modo gli utenti accedono a tali servizi GIS ed anche a diverse funzionalità, attraverso i propri browser WEB utilizzando applicazioni HTML o JAVA.



Fig. 5: Interfaccia WebGIS della RING con collegamento a <http://bancadati.gm.ingv.it>

Il WEBGIS della RING è un'interfaccia user-friendly sviluppata in HTML partendo dal client base di ArcIMS: all'interno sono visualizzabili tutti gli strati informativi presenti nel Geodatabase, opportunamente classificati e tematizzati. Le funzionalità sono quelle di base di ArcIMS, strumenti di navigazione territoriale, selezione, interrogazione per attributi e di tipo spaziale, analisi di prossimità (buffer) e di stampa.

Inoltre è stato implementato lo strumento per l'interrogazione (identify) del Layer delle stazioni della RING così da consentire di interrogare una stazione e collegarsi direttamente alla piattaforma <http://bancadati.gm.ingv.it> e ottenere in tempo reale informazioni sul sito, scaricare i file log, le schede della manutenzione ed anche i dati GPS.

Il WEBGIS della RING è consultabile nella sezione WEBGIS del sito web del Laboratorio di Cartografia Digitale e Sistemi Informativi Geografici dell'INGV di Grottaminarda al seguente indirizzo <http://labgis.gm.ingv.it/website/labgis>.

PRODOTTI DEL SIT DELLA RING

Di seguito vengono descritti alcuni esempi di mappe tematiche prodotte dal SIT della RING.

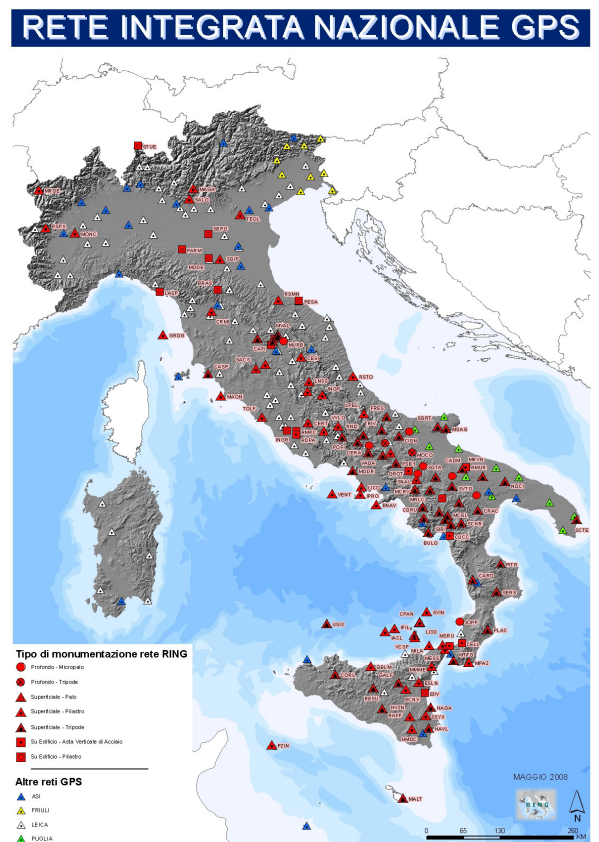


Fig. 6: distinzione dei siti della RING per tipo di monumentazione GPS.

Un primo esempio di mappa concerne lo sforzo che è stato eseguito nel mettere a punto un tipo di monumentazione GPS adatto ad ogni sito della RING (Fig. 6).

La monumentazione preferibilmente adottata per una

stabile installazione dell'antenna GPS è il "tripode superficiale", ispirato al monumento GPS della Rete SCIGN (Southern California Integrated GPS Network) e sviluppato e realizzato autonomamente dal personale INGV dell'Osservatorio di Grottaminarda (D'Ambrosio, 2007).

A seconda delle caratteristiche geologiche dei siti, sono stati sviluppati e/o adattati diversi tipi di monumentazione: pilastro o asta per monumenti su edificio, o micropalo o tripode profondo per siti dove i litotipi affioranti sono tali da esigere una fondazione profonda.

Le scelte relative al monumento GPS e al tipo di fondazione sono il risultato di uno scrupoloso rilevamento geologico-tecnico finalizzato a garantire un'altissima stabilità del monumento stesso e, di conseguenza, ad una elevatissima qualità del dato acquisito.

Un altro esempio di mappa tematica prodotto dal SIT della RING concerne la differenziazione dei siti sul territorio nazionale per la frequenza nella trasmissione del loro dato (Fig. 7).

RETE INTEGRATA NAZIONALE GPS



Fig. 7: distinzione dei siti della RING per tipo di trasmissione

Come si può vedere dalla figura, i siti possono avere diverse frequenze nella trasmissione del dato. Ciò dipende fortemente dal tipo di trasmissione utilizzato. I siti che mandano dati ai centri di acquisizione in tempo reale (1s) sono collegati ad Internet o tramite le connessioni classiche cablate o tramite collegamenti wifi e satellitari. I siti invece con vettore

di trasmissione satellitare VSAT con tecnologia Nanometrics mandano dati in tempo quasi reale (30s).

Esistono poi casi di connessione con tecnologia relativamente meno avanzata (GSM) dove lo scarico avviene una volta al giorno o siti di recente costruzione dove lo scarico automatico è di futura attuazione.

La figura, pertanto, permette di avere una immediata percezione della quantità e distribuzione sul territorio di stazioni GPS in continuo della RING collegate in tempo reale o quasi reale. La scelta dell'utilizzo di più sistemi di trasmissione è guidata dalla necessità di avere una ridondanza tale da assicurare l'acquisizione del dato GPS ai centri di raccolta.

Dal 2006, è stata aperta la RING per la pubblica distribuzione dei dati. In particolare, sono stati diffusi i dati (a 30s) relativi a circa il 30% delle stazioni della rete RING (Fig.5), scelte in base alla loro qualità e continuità del dato ed alla loro posizione geografica.

Il numero di stazioni da aprire aumenterà man mano che le stazioni si riveleranno efficienti col passare del tempo. I dati della RING, cosiddetta OPEN, possono attualmente essere scaricati dal sito web <http://ring.gm.ingv.it>.

REFERENCES

- PIGNONE M., R. MOSCHILLO, G. SELVAGGI, M.MORO & B. CASTELLO (2007) – *Realizzazione del geodatabase del catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.0)*. Rend Soc. Geol. It., **4** Nuova serie, pp. 111-115. (1)
- CECERE G. (2007) *La piattaforma tecnologica di gestione dati e informazioni della Rete Integrata Nazionale GPS (RING)*. Rapporti Tecnici INGV n° 52.
- D'AMBROSIO C. (2007) – *Variazione costruttiva applicata a monumentazioni, del tipo "Short-Drilled Braced" per stazioni GPS permanenti*. Rapporti Tecnici INGV n° 46.
- SELVAGGI, G., MATTIA M., AVALLONE A., D'AGOSTINO N., ANZIDEI M., CANTARERO M., CARDINALE V., CASTAGNOZZI A., CASULA G., CECERE G., COGLIANO R., CRISCUOLI F., D'AMBROSIO C., D'ANASTASIO E., DE MARTINO P., DEL MESE S., DEVOTI R., FALCO L., GALVANI A., GIOVANI L., HUNSTAD I., MASSUCCI A., MINICHELLO F., MEMMOLO A., MIGLIARI F., MOSCHILLO R., OBRIZZO F., PIETRANTONIO G., PIGNONE M., PULVIRENTI M., ROSSI M., RIGUZZI F., SERPELLONI E., TAMMARO U. & ZARRILLI L. (2006) – *La Rete Integrata Nazionale GPS (RING) dell'INGV: un'infrastruttura aperta per la ricerca scientifica*. X Conferenza ASITA, Bolzano, Atti Vol. II, 1749-1754.